

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of)	
)	
Pieder JOERG et al.)	Group Art Unit: Unassigned
)	
Application No.: Unassigned)	Examiner: Unassigned
)	
Filed: August 22, 2003)	Confirmation No.: Unassigned
)	
For: SIGNAL TRANSFORMER AND)	
METHOD FOR OPERATING SUCH A)	
SIGNAL TRANSFORMER)	
)	
)	

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed:

European Patent Application No. 02405713.5

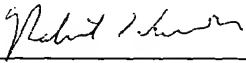
Filed: August 22, 2002

In support of this claim, enclosed is a certified copy of said prior foreign application. Said prior foreign application was referred to in the oath or declaration. Acknowledgment of receipt of the certified copy is requested.

Respectfully submitted,

BURNS, DOANE, SWECKER & MATHIS, L.L.P.

Date: August 22, 2003

By: 
Robert S. Swecker
Registration No. 19,885

P.O. Box 1404
Alexandria, Virginia 22313-1404
(703) 836-6620



**Eur päisches
Patentamt**

**Eur p an
Patent Office**

**Office européen
des brevets**

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

02405713.5

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk

.

.

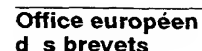
.

.

.

.

.



2

.

.

.

.

.

.

Signaltransformator sowie Verfahren zum Betrieb eines solchen Signaltransformators

BESCHREIBUNG

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Signaltransformortechnik. Sie geht aus von einem Signaltransformator sowie einem Verfahren zum Betrieb eines solchen Signaltransformators gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und 20.

Stand der Technik

Signaltransformatoren werden heute in einer Vielzahl leistungselektronischer Schaltungen, insbesondere in Treiberschaltungen zur Ansteuerung von Leistungshalbleiterschaltern von Umrichtern eingesetzt. Der Signaltransformator der Treiberschaltung dient dabei der galvanischen Trennung eines Signalfunktionsgenerators gegenüber dem anzusteuern den Leistungshalbleiterschalter. Ein solcher Signaltransformator ist beispielsweise in der GB 2 293 933 A angegeben. Darin ist zur galvanisch getrennten Übertragung eines Einschaltsignals des Leistungshalbleiterschalters ein erster Signaltransformator und zur galvanisch getrenn-

- 2 -

ten Übertragung eines Ausschaltsignals des Leistungshalbleiterschalters ein zweiter Signaltransformator vorgesehen. Gängigerweise sind beide Signaltransformatoren jeweils zweischenklig ausgeführt, wobei der erste Schenkel von einer Primärwicklung und der zweite Schenkel von einer Sekundärwicklung zumindest teilweise umschlossen ist. Die beiden Schenkel eines jeden solchen Signaltransformators sind üblicherweise miteinander derart verbunden, dass ein magnetischer Kreis entsteht, indem ein durch die jeweilige Primärwicklung erzeugter magnetischer Hauptflussfluss fließen kann.

Problematisch bei einem vorstehend beschriebenen Signaltransformator gemäss der GB 2 293 933 A ist, dass damit nur ein einziges an der Primärwicklung anliegendes Primärwicklungssignal, beispielsweise ein Einschalt- oder ein Ausschaltsignal, als ein Sekundärwicklungssignal übertragen werden kann. Sollen aber beispielsweise zwei Sekundärwicklungssignale, nämlich zum Beispiel wie bei einer vorstehend erwähnten Treiberschaltung zur Steuerung eines Leistungshalbleiterschalters ein Einschalt- und ein Ausschaltsignal zur Verfügung gestellt werden, so ist für jedes Sekundärwicklungssignal ein Signaltransformator mit jeweils einem an die Primärwicklung des Signaltransformators angeschlossenen Signalfunktionsgenerator vorzusehen. Eine Übertragung eines einzigen transformatoreingangsseitigen Primärwicklungssignals als mehrere transformatorausgangsseitige Sekundärwicklungssignale ist somit nicht möglich. Dadurch, dass somit bei einem vorstehend beschriebenen Signaltransformator gemäss der GB 2 293 933 A nur genau ein Primärwicklungssignal als ein Sekundärwicklungssignal übertragen werden kann, steigen bei mehreren zur Verfügung zu stellenden Sekundärwicklungssignalen, wie bei der Treiberschaltung gemäss der GB 2 293 933 A, die Materialkosten aufgrund der benötigten Signaltransformatorstückzahl enorm an. Mit einer grossen Signaltransformatorstückzahl geht zusätzlich ein unerwünscht grosser Platzbedarf einher. Weiterhin sinkt die Verfügbarkeit einer vorstehend erwähnten Treiberschaltung mit wachsender Signaltransformatorstückzahl, da die Fehlerwahrscheinlichkeit bei einer erhöhten Signaltransformatorstückzahl zunimmt. Daraus können schliesslich lange Wartungszeiten verbunden mit hohen Wartungskosten resultieren, die für einen Betreiber beispielsweise eines Umrichters mit derartigen Treiberschaltungen nicht tragbar sind.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, einen Signaltransformator anzugeben, bei welchem ein transformatoreingangsseitiges Signal als mehrere Ausgangssignale übertragen werden kann, der weiterhin besonders platzsparend ist, sich durch eine hohe Verfügbarkeit auszeichnet und zudem einfach, kostengünstig und wartungsfreundlich aufgebaut ist. Ferner ist ein Verfahren anzugeben, welches einen besonders effizienten Betrieb eines solchen Signaltransformators ermöglicht. Diese Aufgaben werden durch die Merkmale des Anspruchs 1 und 20 gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Der erfindungsgemässe Signaltransformator weist einen Primärschenkel und einen ersten Sekundärschenkel auf, wobei eine Primärwicklung vorgesehen ist, die den Primärschenkel zumindest teilweise umschliesst, und weiterhin eine Sekundärwicklung vorgesehen ist, die den ersten Sekundärschenkel zumindest teilweise umschliesst. Zudem ist der Primärschenkel mit dem ersten Sekundärschenkel verbunden. Erfindungsgemäss sind $2n+1$ zusätzliche Sekundärschenkel vorgesehen, wobei $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ist und die zusätzlichen Sekundärschenkel mit dem Primärschenkel und dem ersten Sekundärschenkel verbunden sind. Für die zusätzlichen Sekundärschenkel sowie für den ersten Sekundärschenkel ist jeweils mindestens eine Sekundärwicklung vorgesehen, wobei die Sekundärwicklung den jeweiligen Sekundärschenkel zumindest teilweise umschliesst. Darüber hinaus ist für jeden Sekundärschenkel eine Steuerwicklung vorgesehen, die den jeweiligen Sekundärschenkel zumindest teilweise umschliesst. Dadurch, dass $2n+1$ zusätzliche Sekundärschenkel, d.h. eine ungerade Anzahl von zusätzlichen Sekundärschenkeln vorgesehen ist und für die zusätzlichen Sekundärschenkel sowie für den ersten Sekundärschenkel jeweils mindestens eine Sekundärwicklung vorgesehen ist, kann vorteilhaft ein in die Primärwicklung eingespeistes Primärwicklungssignal an sämtliche Sekundärwicklungen übertragen werden, so dass an jedem Ausgang der Sekundärwicklungen ein Sekundärwicklungssignal anliegt. Eine Übertragung eines einzigen Primärwicklungssignals als mehrere, d.h. als eine der Anzahl der Sekundärwicklungen entsprechende Anzahl Sekundärwicklungssignale, ist damit besonders einfach ermöglicht. Demnach ist nur noch ein einziger Signaltransformator zur Übertragung eines Primärwicklungssignals als mehrere Sekundärwicklungssignale nötig, wodurch vorteilhaft ein einfacher und kostengünstiger Signaltransformator mit einem geringen Platz- und Materialbedarf erreicht werden kann.

Mittels einer Einspeisung eines Steuersignals in die für jeden Sekundärschenkel vorgesehene Steuerwicklung lässt sich zudem das Sekundärwicklungssignal des entsprechenden Sekundärschenkels gezielt ein- oder ausschalten, so dass beispielsweise Wartungsarbeiten an diesem Sekundärschenkel durchgeführt werden können, ohne den Betrieb des Signaltransformators unterbrechen zu müssen. Vorteilhaft kann dadurch ein sehr wartungsfreundlicher und durch eine hohe Verfügbarkeit gekennzeichnete Signaltransformator realisiert werden.

Beim erfindungsgemässen Verfahren zum Betrieb des Signaltransformators wird durch Einspeisen des Primärwicklungssignals in die Primärwicklung im Primärschenkel ein Hauptfluss erzeugt. Der Hauptfluss des Primärschenkels teilt sich weiterhin in Teilflüsse auf die Sekundärschenkel beidseits des Primärschenkels auf, wobei die Anzahl der Teilflüsse auf einer Primärschenkelseite der Anzahl der Sekundärschenkel auf dieser Seite entspricht. Ferner wird erfindungsgemäss das Steuersignal in mindestens eine Steuerwicklung derart eingespeist, dass ein Steuerfluss im zugehörigen Sekundärschenkel erzeugt wird, wobei mittels des Steuerflusses das an der zugehörigen Sekundärwicklung des entsprechenden Sekundärschenkels anliegende Sekundärwicklungssignal beeinflusst wird. Die Beeinflussung des Sekundärwicklungssignals wird hervorgerufen durch den Steuerfluss, der den Teilfluss des entsprechenden Sekundärschenkels beeinflusst, insbesondere reduziert, kompensiert oder verstärkt. Bei einer beispielhaften Kompensation des Teilflusses durch Erzeugen eines Steuerflusses, der dem Teilfluss entgegenwirkt, liegt an der zugehörigen Sekundärwicklung kein Sekundärwicklungssignal an, so dass dieses ausgeschaltet ist. Durch die Möglichkeit der nahezu beliebigen Beeinflussung des entsprechenden Sekundärwicklungssignals durch den Steuerfluss kann der Signaltransformator besonders effizient betrieben werden.

Besonders vorteilhaft findet der erfindungsgemässe Signaltransformator Anwendung in einer Treiberschaltung für mindestens einen ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter. Erfindungsgemäss weist eine solche Treiberschaltung den erfindungsgemässen Signaltransformator auf, wobei die Treiberschaltung zudem einen Signalfunktionsgenerator umfasst und der erfindungsgemässe Signaltransformator vorzugsweise zwischen diesem Signalfunktionsgenerator und dem mindestens einen ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter eingeschaltet ist. Somit kann eine Vielzahl der vorstehend genannten ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter, welche vorteilhaft jeweils mit einer Sekundärwicklung des Signaltransformators verbunden sind, von nur einem einzigen Signaltransformator angesteuert werden.

Damit ist durch die Verwendung des erfindungsgemässen Signaltransformators in der Treiberschaltung eine besonders platzsparende, einfache, kostengünstige und wartungsfreundliche Treiberschaltung erzielbar, die sich ferner durch eine hohe Verfügbarkeit auszeichnet.

Diese und weitere Aufgaben, Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung in Verbindung mit der Zeichnung offensichtlich.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

- Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Signaltransformators,
- Fig. 2 eine Ausführungsform einer Primärwicklung des erfindungsgemässen Signaltransformators,
- Fig. 3 eine erste Ausführungsform einer Sekundärwicklung und einer Steuerwicklung des erfindungsgemässen Signaltransformators,
- Fig. 4 eine erste Ausführungsform einer Mehrschichtleiterplatte des erfindungsgemässen Signaltransformators,
- Fig. 5 eine zweite Ausführungsform einer Mehrschichtleiterplatte des erfindungsgemässen Signaltransformators und
- Fig. 6 eine dritte Ausführungsform einer Mehrschichtleiterplatte des erfindungsgemässen Signaltransformators,

Die in der Zeichnung verwendeten Bezugszeichen und deren Bedeutung sind in der Bezugszeichenliste zusammengefasst aufgelistet. Grundsätzlich sind in den Figuren gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen versehen. Die beschriebene Ausführungsform steht beispielhaft für den Erfindungsgegenstand und hat keine beschränkende Wirkung.

Wege zur Ausführung der Erfindung

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform eines erfindungsgemässen Signaltransformators dargestellt. Der erfindungsgemässe Signaltransformator weist darin einen Primärschenkel 1 und einen ersten Sekundärschenkel 4 auf. Desweiteren ist eine Primärwicklung 2 vorgesehen, die den Primärschenkel 1 zumindest teilweise umschliesst. Ferner ist gemäss Fig. 1 eine Sekundärwicklung 6 vorgesehen, die den ersten Sekundärschenkel 4 zumindest teilweise umschliesst. Zudem ist der Primärschenkel 1 mit dem ersten Sekundärschenkel 4 verbunden. Erfindungsgemäss sind eine ungerade Anzahl, d.h. $2n+1$ zusätzliche Sekundärschenkel 5 vorgesehen, wobei $n=0, 1, 2, 3, \dots$ ist. Insgesamt weist der erfindungsgemässe Signaltransformator demnach eine gerade Anzahl an Sekundärschenkeln 4, 5 auf. Die zusätzlichen Sekundärschenkel 5 sind gemäss Fig. 1 mit dem Primärschenkel 1 und dem ersten Sekundärschenkel 4 verbunden. Für die zusätzlichen Sekundärschenkel 5 sowie für den ersten Sekundärschenkel 4 ist jeweils mindestens eine Sekundärwicklung 6 vorgesehen, wobei die Sekundärwicklung 6 den jeweiligen Sekundärschenkel 4, 5 zumindest teilweise umschliesst. Der Primärschenkel 1 und die Sekundärschenkel 4, 5 sind vorzugsweise aus einem magnetisierbaren Material aufgebaut. Die zusätzlichen Sekundärschenkel 5 1 bilden mit dem Primärschenkel 1 und dem ersten Sekundärschenkel 4 vorzugsweise einen im wesentlichen kammförmigen Signaltransformatorkern 13, der einstückig ausgeführt ist. Darüber ist die vorstehend genannte Verbindung der zusätzlichen Sekundärschenkel 5 mit dem Primärschenkel 1 und dem ersten Sekundärschenkel 4 zum einen über den einstückig ausgebildeten Signaltransformatorkern 13 und zum anderen über ein Joch 14 gebildet, wobei das Joch 14 mit der offenen Seite des Signaltransformatorkerns 13 verbunden ist, so dass ein magnetischer Kreis zwischen Joch 14 und Signaltransformatorkern 13 geschlossen ist. Weiterhin ist für jeden Sekundärschenkel 4, 5 eine Steuerwicklung 3 vorgesehen, die den jeweiligen Sekundärschenkel 4, 5 ebenfalls zumindest teilweise umschliesst. Mittels der $2n+1$ zusätzlichen Sekundärschenkel 5 sowie mittels der für die zusätzlichen Sekundärschenkel 5 und für den ersten Sekundärschenkel 4 jeweils mindestens einen vorgesehenen Sekundärwicklung 6 kann vorteilhaft ein in die Primärwicklung 1 eingespeistes Primärwicklungssignal S_P an sämtliche Sekundärwicklungen 6 übertragen werden. Damit liegt an jedem Ausgang der Sekundärwicklungen 6 ein Sekundärwicklungssignal S_S an. Eine Übertragung eines einzigen Primärwicklungssignals S_P als mehrere der Anzahl der Sekundärwicklungen 6 entsprechende Sekundärwicklungssignale S_S ist damit vorteilhaft möglich, wodurch eine grosse Platz- und Materi-

aleinsparung durch Wegfall der aus dem Stand der Technik bekannten Mehrtransformatorlösung erreicht werden kann.

Durch Einspeisung eines Steuersignals S_{St} in die für jeden Sekundärschenkel 6 vorgesehene Steuerwicklung 3 gemäss Fig. 1 kann zudem das Sekundärwicklungssignal S_S des entsprechenden Sekundärschenkels 6 gezielt ein- oder ausschalten, so dass zum Beispiel Wartungsarbeiten an diesem Sekundärschenkel 4, 5 durchgeführt werden können, ohne den Betrieb des Signaltransformators unterbrechen zu müssen. Damit stellt der erfindungsgemäss Signaltransformator eine sehr wartungsfreundlicher Lösung mit einer hohen Verfügbarkeit dar. In Fig. 1 ist für jeden Sekundärschenkel 4, 5 beispielhaft und der Übersichtlichkeit halber nur eine Sekundärwicklung 6 dargestellt, wobei eine beliebige Anzahl Sekundärwicklungen 6 für jeden Sekundärschenkel 4, 5 denkbar sind. Mit mehreren Sekundärwicklungen 6 jeweils für einen Sekundärschenkel 4, 5 kann die Anzahl der Sekundärwicklungssignale S_S pro Sekundärschenkel 4, 5 vorteilhaft erhöht werden, wobei mittels des vorstehend erwähnten Steuersignals S_{St} für einen solchen Sekundärschenkel 4, 5 die Sekundärwicklungssignale S_S gezielt ein- oder ausgeschaltet werden können. Auf die Beeinflussung des Sekundärwicklungssignals S_S wird detailliert bei der Beschreibung des erfindungsgemässen Verfahrens zum Betrieb des Signaltransformators näher eingegangen.

Gemäss Fig. 1 ist bei dem erfindungsgemässen Signaltransformator die Anzahl der Sekundärschenkel 4, 5 beidseits des Primärschenkels 1 gleich, d.h. in dem in Fig. 1 beispielhaft gezeigten Signaltransformator ist ein erster Sekundärschenkel 4 und drei zusätzliche Sekundärschenkel 5 gezeigt, wobei der erste Sekundärschenkel 4 und ein zusätzlicher Sekundärschenkel 5 der insgesamt drei zusätzlichen Sekundärschenkel 5 auf der einen Seite des Primärschenkels 1 und die anderen zusätzlichen Sekundärschenkel 5 der insgesamt drei zusätzlichen Sekundärschenkel 5 auf der anderen Seite des Primärschenkels 1 angeordnet sind. Dadurch wird bezüglich der Erstreckungsrichtung sämtlicher Schenkel 1, 4, 5 ein Signaltransformator mit vorteilhafter geringer Bauhöhe und einem daraus resultierenden weiter reduzierten Platzbedarf erreicht.

Gemäss Fig. 1 ist der Abstand jeweils benachbarter Sekundärschenkel 4, 5 und der Abstand des Primärschenkels 1 zu jeweils einem dem Primärschenkel 1 benachbarten Sekundärschenkel 4, 5 gleich. Zusammen mit der geraden Anzahl an Sekundärschenkeln 4, 5, die, wie vorstehend beschrieben, beidseits des Primärschenkels 1 in gleicher Anzahl angeordnet

sind, lässt sich damit ein bezüglich des Primärschenkels 1 symmetrischer Aufbau des Signaltransformators erzielen, der sich dadurch leicht herstellen lässt. Weiterhin teilt sich ein im Primärschenkel 1 durch Einspeisen eines Primärwicklungssignals S_p in die Primärwicklung 2 erzeugter Hauptfluss Φ_H in Teilflüsse Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3}, \dots auf die Sekundärschenkel 4, 5 beidseits des Primärschenkels 1 auf, wobei die Anzahl der Teilflüsse Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3}, \dots auf einer Primärschenkelseite der Anzahl der Sekundärschenkel 4, 5 auf dieser Seite entspricht.

Die bisher beschriebene Primärwicklung 2, Sekundärwicklungen 6 und Steuerwicklungen 3 sind gemäss Fig. 1 jeweils als gewickelte Leiter realisiert. In einer bevorzugten Ausführungsform einer Primärwicklung 2 des erfindungsgemässen Signaltransformators nach Fig. 2 ist die Primärwicklung 2 als Leiterbahn 8 einer Primärwicklungsleiterplatte 7 ausgebildet. Dadurch kann vorteilhaft Material und damit Gewicht eingespart werden. Darüber hinaus ist die Leiterbahn 8 der Primärwicklungsleiterplatte 7 von einer der Übersichtlichkeit halber in Fig. 2 nicht dargestellten Isolierschicht umgeben, die die Leiterbahn 8 vorteilhaft vor Teilentladungen und Korrosion schützt. Weiterhin weist die Primärwicklungsleiterplatte 7 gemäss Fig. 2 eine Öffnung 9 zur Durchführung des Primärschenkels 1 auf. Die Leiterbahn 8 der Primärwicklungsleiterplatte 7 erstreckt sich ferner um die Öffnung 9 herum in Plattenausbreitungsrichtung der Primärwicklungsleiterplatte 7. Dadurch kann eine niederinduktive Primärwicklung 2 mit geringer Bauhöhe erreicht werden. Die Bauhöhe des erfindungsgemässen Signaltransformators selbst kann bei Verwendung der vorstehend beschriebenen Primärwicklungsleiterplatte 7, insbesondere bei nur einer oder einer geringen Anzahl an als gewickelte Leiter realisierte Sekundärwicklungen 6 pro Sekundärschenkel 4, 5, vorteilhaft reduziert werden.

In einer bevorzugten ersten Ausführungsform der Sekundärwicklung 6, insbesondere für ~~mehr als eine Sekundärwicklung 6 pro-Sekundärschenkel 4, 5, und der Steuerwicklung 3 des~~ erfindungsgemässen Signaltransformators gemäss Fig. 3, ist die oder jede Sekundärwicklung 6 eines Sekundärschenkels 4, 5 jeweils als Leiterbahn 8 einer Sekundärwicklungsleiterplatte 10 ausgebildet, wobei desweiteren die Steuerwicklung 3 eines Sekundärschenkels 4, 5 als Leiterbahn 8 einer Steuerwicklungsleiterplatte 11 ausgebildet ist. Dadurch kann vorteilhaft Material und damit Gewicht der Sekundärwicklung 6 und der Steuerwicklung 3 eingespart werden. Darüber hinaus ist die Leiterbahn 8 der Sekundärwicklungsleiterplatte 10 und die Leiterbahn 8 der Steuerwicklungsleiterplatte 11 jeweils von einer der Übersichtlichkeit halber in Fig. 3 nicht dargestellten Isolierschicht umgeben, die die Leiterbahn 8 vorteilhaft vor Teil-

entladungen und Korrosion schützt. Weiterhin weist die Sekundärwicklungsleiterplatte 10 und die Steuerwicklungsleiterplatte 11 gemäss Fig. 3 jeweils eine Öffnung 9 zur Durchführung des jeweiligen Sekundärschenkels 4, 5 auf. Die Leiterbahn 8 der Sekundärwicklungsleiterplatte 10 erstreckt sich gemäss Fig. 3 um die Öffnung 9 herum in Plattenausbreitungsrichtung der Sekundärwicklungsleiterplatte 10. Ferner erstreckt sich die Leiterbahn 8 der Steuerwicklungsleiterplatte 11 um die Öffnung 9 herum in Plattenausbreitungsrichtung der Steuerwicklungsleiterplatte 11. Dadurch kann eine niederinduktive Sekundärwicklung 6 und Steuerwicklung 3 mit geringer Bauhöhe erreicht werden. Die Bauhöhe des erfindungsgemässen Signaltransformators selbst kann bei Verwendung der vorstehend beschriebenen Sekundärwicklungsleiterplatte 10 und der vorstehend beschriebenen Steuerwicklungsleiterplatte 11, insbesondere auch bei einer als gewickelter Leiter realisierten Primärwicklung 2 vorteilhaft reduziert werden. Eine weitere vorteilhafte Verringerung der Bauhöhe des erfindungsgemässen Signaltransformators kann dadurch erreicht werden, dass zu der oder den Sekundärwicklungsleiterplatten 10 pro Sekundärschenkel 4, 5 und der zugehörigen Steuerwicklungsleiterplatte 11 gemäss Fig. 3 eine Primärwicklungsleiterplatte gemäss Fig. 2 im erfindungsgemässen Signaltransformator Anwendung findet.

In Fig. 4 ist desweiteren eine erste Ausführungsform einer Mehrschichtleiterplatte 12 gezeigt. Erfindungsgemäss sind die oder jede Sekundärwicklung 6 eines Sekundärschenkels 4, 5 und die Steuerwicklung 3 desselben Sekundärschenkels 4, 5 jeweils als Leiterbahnen 8 einer solchen Mehrschichtleiterplatte 12 ausgebildet. Gemäss Fig. 4 weist die Mehrschichtleiterplatte 12 eine Öffnung 9 zur Durchführung des entsprechenden Sekundärschenkels 4, 5 auf, wobei sich die Leiterbahnen 8 der Mehrschichtleiterplatte 12 um die Öffnung 9 herum in Plattenausbreitungsrichtung der Mehrschichtleiterplatte 12 erstrecken. Sämtliche Leiterbahnen 8 sind gegeneinander mittels Isolierschichten der Mehrschichtleiterplatte 12 isoliert. Neben einer vorteilhaften niederinduktiven Realisierung der Sekundärwicklung 6 und der Steuerwicklung 3 als Leiterbahnen 8 der Mehrschichtleiterplatte 12 kann zudem eine äusserst geringer Bauhöhe der Sekundärwicklung 6 und Steuerwicklung 3 erreicht werden. Desweiteren ist eine Mehrschichtleiterplatte 12 einfacher und schneller herzustellen als einzelne Leiterplatten, wodurch insbesondere bei einer grösseren Anzahl an Sekundärwicklungen 6 pro Sekundärschenkel 4, 5 vorteilhaft eine schnellere und einfachere Produktion bei geringen Produktionskosten möglich ist. Dadurch kann auch der erfindungsgemässe Signaltransformator günstig und schnell realisiert werden. Die Bauhöhe des erfindungsgemässen Signaltransformators selbst kann bei Verwendung der vorstehend beschriebenen Mehrschichtleiterplatte

12, insbesondere auch bei einer als gewickelter Leiter realisierten Primärwicklung 2 vorteilhaft weiter reduziert werden. Eine weitere vorteilhafte Verringerung der Bauhöhe des erfindungsgemässen Signaltransformators wird dadurch erzielt, dass zu der Mehrschichtleiterplatte 12 gemäss Fig. 4 eine Primärwicklungsleiterplatte gemäss Fig. 2 im erfindungsgemässen Signaltransformator Anwendung findet.

In einer zweiten Ausführungsform einer Mehrschichtleiterplatte 12 gemäss Fig. 5 sind im Unterschied zur ersten Ausführungsform der Mehrschichtleiterplatte 12 nach Fig. 4 die Sekundärwicklungen 6 aller Sekundärschenkel 4, 5 und die Steuerwicklungen 3 aller Sekundärschenkel 4, 5 jeweils als Leiterbahnen 8 einer einzigen Mehrschichtleiterplatte 12 ausgebildet. Ferner weist die Mehrschichtleiterplatte 12 gemäss Fig. 5 Öffnungen 9 zur Durchführung der jeweiligen Sekundärschenkel 4, 5 und eine Öffnung 9 zur Durchführung des Primärschenkels 1 auf. Darüber hinaus erstreckt sich jede Leiterbahn 8 der Mehrschichtleiterplatte 12 um die zugehörige Öffnung 9 herum in Plattenausbreitungsrichtung der Mehrschichtleiterplatte 12. Ferner sind die Leiterbahnen 8 durch Isolierschichten der Mehrschichtleiterplatte 12 gegeneinander isoliert. Auch für diese zweite Ausführungsform der Mehrschichtleiterplatte 12 kann ausser der vorteilhaften niederinduktiven Realisierung der Sekundärwicklung 6 und der Steuerwicklung 3 als Leiterbahnen 8 der Mehrschichtleiterplatte 12 zudem eine äusserst geringer Bauhöhe der Sekundärwicklung 6 und Steuerwicklung 3 erreicht werden. Insbesondere bei einer insgesamt hohen Anzahl an Sekundärwicklungen 6 pro Signaltransformator ist eine einzige Mehrschichtleiterplatte 12 gemäss Fig. 5 einfacher und schneller herzustellen als einzelne Mehrschichtleiterplatten 12 für die Sekundärschenkel 4, 5 gemäss Fig. 4, so dass vorteilhaft eine schnellere und einfachere Produktion bei geringen Produktionskosten möglich ist. Somit kann auch der erfindungsgemässe Signaltransformator günstig und schnell realisiert werden. Die weiteren zur ersten Ausführungsform der Mehrschichtleiterplatte gemäss Fig. 4 angegebenen Vorteile bezüglich Bauhöhe gelten auch für die zweite Ausführungsform der Mehrschichtleiterplatte gemäss Fig. 5.

In einer dritten Ausführungsform einer Mehrschichtleiterplatte 12 gemäss Fig. 6 sind im Unterschied zur ersten Ausführungsform der Mehrschichtleiterplatte 12 nach Fig. 4 und im Unterschied zur zweiten Ausführungsform der Mehrschichtleiterplatte 12 nach Fig. 4 die Sekundärwicklungen 6 aller Sekundärschenkel 4, 5 und die Steuerwicklungen 3 aller Sekundärschenkel 4, 5 und die Primärwicklung 2 des Primärwicklungsschenkels 1 jeweils als Leiterbahnen 8 einer einzigen Mehrschichtleiterplatte 12 ausgebildet. Ferner weist die Mehr-

schichtleiterplatte 12 gemäss Fig. 6 Öffnungen 9 zur Durchführung der jeweiligen Sekundärschenkel 4, 5 und eine Öffnung 9 zur Durchführung des Primärschenkels 1 auf. Zudem erstreckt sich jede Leiterbahn 8 der Mehrschichtleiterplatte 12 um die zugehörige Öffnung 9 herum in Plattenausbreitungsrichtung der Mehrschichtleiterplatte 12. Ferner sind die Leiterbahnen 8 durch Isolierschichten der Mehrschichtleiterplatte 12 gegeneinander isoliert. Auch für diese dritte Ausführungsform der Mehrschichtleiterplatte 12 ist ausser der vorteilhaften niederinduktiven Realisierung der Sekundärwicklung 6 und Steuerwicklung 3 als Leiterbahnen 8 der Mehrschichtleiterplatte 12 zudem eine niederinduktive Realisierung der Primärwicklung 2 als Leiterbahn 8 erreicht. Weiterhin stellt die Mehrschichtleiterplatte 12 nach Fig. 6 eine weitere Verringerung der Bauhöhe des erfindungsgemässen Signaltransformators gegenüber einem erfindungsgemässen Signaltransformator mit den Ausführungsformen der Mehrschichtleiterplatte 12 gemäss Fig. 4 und Fig. 5 dar. Darüber hinaus kann mittels der Mehrschichtleiterplatte 12 gemäss Fig. 6 eine weitere Vereinfachung der Realisierung und eine damit einhergehende Kostensenkung des erfindungsgemässen Signaltransformators erreicht werden, da keine separate Primärwicklung 2 in Form eines gewickelten Leiters oder einer Primärwicklungsleiterplatte 7 notwendig ist.

Es versteht sich, dass der erfindungsgemässe Signaltransformator nicht auf Realisierungen mit den vorstehend beschriebenen Kombinationen der Ausführungsformen der Primärwicklungen 2, Sekundärwicklungen 6 und Steuerwicklungen 3, insbesondere nach Fig. 2 bis Fig. 6, beschränkt ist. Eine beliebige Kombination der Ausführungsformen der beschriebenen Primärwicklungen 2, Sekundärwicklungen 6 und Steuerwicklungen 3 und deren Anzahl ist demnach möglich.

Insgesamt stellt der erfindungsgemässe Signaltransformator eine besonders platzsparende, einfache, kostengünstige und wartungsfreundliche Lösung dar, der zudem ein hohes Mass an Verfügbarkeit aufweist.

Beim erfindungsgemässen Verfahren zum Betrieb des Signaltransformators wird durch Einspeisen des Primärwicklungssignals S_P in die Primärwicklung 2 im Primärschenkel 1 ein Hauptfluss Φ_H erzeugt. Der Hauptfluss Φ_H des Primärschenkels 1 teilt in Teilflüsse Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3} ,... auf die Sekundärschenkel 4, 5 beidseits des Primärschenkels 1 auf, wobei die Anzahl der Teilflüsse Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3} ,... auf einer Primärschenkelseite der Anzahl der Sekundärschen-

kel 4, 5 auf dieser Seite entspricht. Jeder Teilfluss Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3} ,... im zugehörigen Sekundärschenkel 4, 5 bewirkt ein Sekundärwicklungssignal S_S in der oder den Sekundärwicklungen 6 des zugehörigen Sekundärschenkels 4, 5. Erfindungsgemäss wird das Steuersignal S_{St} in mindestens eine Steuerwicklung 3 derart eingespeist, dass ein Steuerfluss im zugehörigen Sekundärschenkel 4, 5 erzeugt wird. Durch den Steuerfluss wird dann das an der zugehörigen Sekundärwicklung 6 des entsprechenden Sekundärschenkels 4, 5 anliegende Sekundärwicklungssignal S_S beeinflusst. Die Beeinflussung des Sekundärwicklungssignals S_S wird hervorgerufen durch den Steuerfluss, der den Teilfluss Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3} ,... des entsprechenden Sekundärschenkels 4, 5 beeinflusst, d.h. den Teilfluss Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3} ,... des entsprechenden Sekundärschenkels 4, 5 reduziert, kompensiert oder verstärkt. Wird beispielsweise ein Steuerfluss erzeugt, der dem entsprechenden Teilfluss Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3} ,... derart entgegenwirkt, dass der Teilfluss Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3} ,... kompensiert wird, so liegt an der zugehörigen Sekundärwicklung 6 kein Sekundärwicklungssignal S_S an. Das Sekundärwicklungssignal S_S wäre dann in diesem Beispiel ausgeschaltet. Durch die Möglichkeit der nahezu beliebigen Beeinflussung des entsprechenden Sekundärwicklungssignals S_S durch den Steuerfluss kann der Signaltransformator besonders effizient betrieben werden.

In bevorzugter Weise wird beim erfindungsgemässen Verfahren das Sekundärwicklungssignal S_S durch den Steuerfluss ein- oder ausgeschaltet. Das Ausschalten des Sekundärwicklungssignals S_S erfolgt dabei in vorstehend beschriebener Weise. Das Einschalten des Sekundärwicklungssignals S_S erfolgt hingegen beispielsweise dadurch, dass kein Steuersignal S_{St} an die entsprechende Steuerwicklung 3 angelegt wird und somit kein Steuerfluss erzeugt wird, der den entsprechenden Teilfluss Φ_{T1} , Φ_{T2} , Φ_{T3} ,... kompensiert.

Besonders vorteilhaft findet der erfindungsgemässe Signaltransformator Anwendung in einer Treiberschaltung für mindestens einen ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter, insbesondere für einen Bipolartransistor mit isoliert angeordneter Ansteuerelektrode, Abschaltthyristor, wie beispielweise GTO oder IGCT, und/oder für einen Leistungs-MOSFET. Erfindungsgemäss weist eine solche Treiberschaltung einen vorstehend beschriebenen Signaltransformator auf. Die Treiberschaltung umfasst weiterhin einen Signalfunktionsgenerator, wobei der erfindungsgemässe Signaltransformator vorzugsweise zwischen diesem Signalfunktionsgenerator und dem mindestens einen ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter eingeschaltet ist. Dadurch, dass für die zusätzlichen Sekundärschenkel 5 sowie für den ers-

ten Sekundärschenkel 4 des Signaltransformators jeweils mindestens eine Sekundärwicklung 6 vorgesehen ist, kann das in die Primärwicklung 1 eingespeiste Primärwicklungssignal S_P an sämtliche Sekundärwicklungen 6 übertragen werden. Somit kann eine Vielzahl der vorstehend genannten ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter, welche vorteilhaft jeweils mit einer Sekundärwicklung 6 verbunden sind, von nur einem einzigen Signaltransformator mit den zur Ansteuerung benötigten Ansteuersignalen, bei welchen es sich um die jeweiligen Sekundärwicklungssignale S_S , handelt, versorgt werden. Über die jeweiligen Steuerwicklungen 3 der Sekundärschenkel 4, 5 lassen sich dann die entsprechenden Sekundärwicklungssignale S_S nach dem vorstehend beschriebenen erfindungsgemässen Verfahren ein- oder ausschalten, wodurch eine sehr einfache Funktionalität der Treiberstufe erreicht werden kann.

Sollen mehrere ansteuerbare Leistungshalbleiterschalter im wesentlichen gleichzeitig ein- oder ausgeschaltet werden, wie dies gängigerweise bei Serienschaltungen von Leistungshalbleiterschaltern gefordert ist, so ist die Ausführungsform des erfindungsgemässen Signaltransformators mit einer Anzahl an Sekundärwicklungen 6 für jeden Sekundärschenkel 4, 5 entsprechend der Anzahl nahezu gleichzeitig ein- oder auszuschaltender Leistungshalbleiterschalter vorteilhaft für eine Treiberschaltung zu verwenden. Jeder dieser Leistungshalbleiterschalter ist dann an eine der Sekundärwicklungen 6 des entsprechenden Sekundärschenkels 4, 5 angeschlossen. Mittels des im vorstehend beschrieben erfindungsgemässen Verfahren erwähnten Steuersignals S_{St} können dann die Sekundärwicklungssignale S_S vorteilhaft für einen solchen Sekundärschenkel 4, 5 gezielt und in für diesen Fall geforderter Weise nahezu gleichzeitig ein- oder ausgeschaltet werden.

Insgesamt ist durch die Verwendung des erfindungsgemässen Signaltransformators in einer Treiberschaltung für mindestens einen ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter eine besonders platzsparende, einfache, kostengünstige und wartungsfreundliche Treiberschaltung realisierbar, die zudem ein hohes Mass an Verfügbarkeit umfasst.

Bezugszeichenliste

1	Primärschenkel
2	Primärwicklung
3	Steuerwicklung
4	erster Sekundärschenkel
5	zusätzlicher Sekundärschenkel
6	Sekundärwicklung
7	Primärwicklungsleiterplatte
8	Leiterbahn
9	Öffnung
10	Sekundärwicklungsleiterplatte
11	Steuerwicklungsleiterplatte
12	Mehrschichtleiterplatte
13	Signaltransformator Kern
14	Joch

PATENTANSPRÜCHE

1. Signaltransformator mit einem Primärschenkel (1) und einem ersten Sekundärschenkel (4), wobei eine Primärwicklung (2) den Primärschenkel (1) und eine Sekundärwicklung (6) den ersten Sekundärschenkel (4) zumindest teilweise umschliesst und der Primärschenkel (1) mit dem ersten Sekundärschenkel (4) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet,
dass $2n+1$ zusätzliche Sekundärschenkel (5) vorgesehen sind, wobei $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ist und die zusätzlichen Sekundärschenkel (5) mit dem Primärschenkel (1) und dem ersten Sekundärschenkel (4) verbunden sind,
dass für die zusätzlichen Sekundärschenkel (5) und für den ersten Sekundärschenkel (4) jeweils mindestens eine Sekundärwicklung (6) vorgesehen ist, wobei die Sekundärwicklung (6) den jeweiligen Sekundärschenkel (4, 5) zumindest teilweise umschliesst, und
dass jeweils eine Steuerwicklung (3) jeweils einen Sekundärschenkel (4, 5) zumindest teilweise umschliesst.
2. Signaltransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Sekundärschenkel (4, 5) beidseits des Primärschenkels (1) gleich ist.
3. Signaltransformator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstand jeweils benachbarter Sekundärschenkel (4, 5) und der Abstand des Primärschenkels (1) zu jeweils einem dem Primärschenkel (1) benachbarten Sekundärschenkel (4, 5) gleich ist.
4. Signaltransformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärwicklung (2) als Leiterbahn (8) einer Primärwicklungsleiterplatte (7) ausgebildet ist.
5. Signaltransformator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahn (8) der Primärwicklungsleiterplatte (7) von einer Isolierschicht umgeben ist.

6. Signaltransformator nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Primärwicklungsleiterplatte (7) eine Öffnung (9) zur Durchführung des Primärschenkels (1) aufweist.
7. Signaltransformator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Leiterbahn (8) der Primärwicklungsleiterplatte (7) um die Öffnung (9) herum in Plattenausbreitungsrichtung der Primärwicklungsleiterplatte (7) erstreckt.
8. Signaltransformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die oder jede Sekundärwicklung (6) eines Sekundärschenkels (4, 5) jeweils als Leiterbahn (8) jeweils einer Sekundärwicklungsleiterplatte (10) ausgebildet ist, und dass die Steuerwicklung (3) eines Sekundärschenkels (4, 5) als Leiterbahn (8) einer Steuerwicklungsleiterplatte (11) ausgebildet ist.
9. Signaltransformator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahn (8) der Sekundärwicklungsleiterplatte (10) und die Leiterbahn (8) der Steuerwicklungsleiterplatte (11) von einer Isolierschicht umgeben sind.
10. Signaltransformator nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärwicklungsleiterplatte (10) und die Steuerwicklungsleiterplatte (11) eine Öffnung (9) zur Durchführung des jeweiligen Sekundärschenkels (4, 5) aufweisen.
11. Signaltransformator nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Leiterbahn (8) der Sekundärwicklungsleiterplatte (10) um die Öffnung (9) herum in Plattenausbreitungsrichtung der Sekundärwicklungsleiterplatte (10) erstreckt, und dass sich die Leiterbahn (8) der Steuerwicklungsleiterplatte (11) um die Öffnung (9) herum in Plattenausbreitungsrichtung der Steuerwicklungsleiterplatte (11) erstreckt.
12. Signaltransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die oder jede Sekundärwicklung (6) eines Sekundärschenkels (4, 5) und die Steuerwicklung (3) desselben Sekundärschenkels (4, 5) jeweils als Leiterbahnen (8) einer Mehrschichtleiterplatte (12) ausgebildet sind.

13. Signaltransformator nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrschichtleiterplatte (12) eine Öffnung (9) zur Durchführung des Sekundärschenkels (4, 5) aufweist.
14. Signaltransformator nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Leiterbahnen (8) der Mehrschichtleiterplatte (12) um die Öffnung (9) herum in Plattenausbreitungsrichtung der Mehrschichtleiterplatte (12) erstrecken.
15. Signaltransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärwicklungen (6) der Sekundärschenkel (4, 5) und die Steuerwicklungen (3) der Sekundärschenkel (4, 5) jeweils als Leiterbahnen (8) einer Mehrschichtleiterplatte (12) ausgebildet sind.
16. Signaltransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärwicklungen (6) der Sekundärschenkel (4, 5) und die Steuerwicklungen (3) der Sekundärschenkel (4, 5) und die Primärwicklung (2) des Primärwicklungsschenkels (1) jeweils als Leiterbahnen (8) einer Mehrschichtleiterplatte ausgebildet sind.
17. Signaltransformator nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Mehrschichtleiterplatte (12) Öffnungen (9) zur Durchführung der jeweiligen Sekundärschenkel (4, 5) und eine Öffnung (9) zur Durchführung des Primärschenkels (1) aufweist.
18. Signaltransformator nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass sich jede Leiterbahn (8) der Mehrschichtleiterplatte (12) um die zugehörige Öffnung (9) herum in Plattenausbreitungsrichtung der Mehrschichtleiterplatte (12) erstreckt.
19. Signaltransformator nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Leiterbahnen (8) durch Isolierschichten der Mehrschichtleiterplatte (12) gegeneinander isoliert sind.
20. Verfahren zum Betrieb eines Signaltransformators nach einem der Ansprüche 1 bis 19, bei dem durch Einspeisen eines Primärwicklungssignals (S_P) in die Primärwicklung (2) im Primärschenkel (1) einen Hauptfluss (Φ_H) erzeugt wird, dadurch gekennzeichnet,

dass in mindestens eine Steuerwicklung (6) ein Steuersignal (S_{St}) derart eingespeist wird, dass ein Steuerfluss im zugehörigen Sekundärschenkel (4, 5) erzeugt wird, und dass mittels des Steuerflusses ein an der zugehörigen Sekundärwicklung (4, 5) anliegendes Sekundärwicklungssignal (S_S) beeinflusst wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Sekundärwicklungssignal (S_S) durch den Steuerfluss ein- oder ausgeschaltet wird.
 22. Treiberschaltung für mindestens einen ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter, dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltung einen Signaltransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 20 aufweist.
 23. Treiberschaltung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Signaltransformator zwischen einem Signalfunktionsgenerator und mindestens einem ansteuerbaren Leistungshalbleiterschalter eingeschaltet ist.
-

ZUSAMMENFASSUNG

Es wird ein Signaltransformator mit einem Primärschenkel (1) und einem ersten Sekundärschenkel (4) angegeben, wobei eine Primärwicklung (2) den Primärschenkel (1) und eine Sekundärwicklung (6) den ersten Sekundärschenkel (4) zumindest teilweise umschliesst und der Primärschenkel (1) mit dem ersten Sekundärschenkel (4) verbunden ist. Weiterhin sind $2n+1$ zusätzliche Sekundärschenkel (5) vorgesehen sind, wobei $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ist und die zusätzlichen Sekundärschenkel (5) mit dem Primärschenkel (1) und dem ersten Sekundärschenkel (4) verbunden sind. Für die zusätzlichen Sekundärschenkel (5) und für den ersten Sekundärschenkel (4) ist jeweils mindestens eine Sekundärwicklung (6) vorgesehen, wobei die Sekundärwicklung (6) den jeweiligen Sekundärschenkel (4, 5) zumindest teilweise umschliesst. Zudem ist für jeden Sekundärschenkel (4, 5) eine Steuerwicklung (3) vorgesehen, die den jeweiligen Sekundärschenkel (4, 5) zumindest teilweise umschliesst. Darüber hinaus ist ein Verfahren zum Betrieb eines solchen Signaltransformators sowie eine Treiberschaltung mit einem solchen Signaltransformator angegeben.

Fig. 1



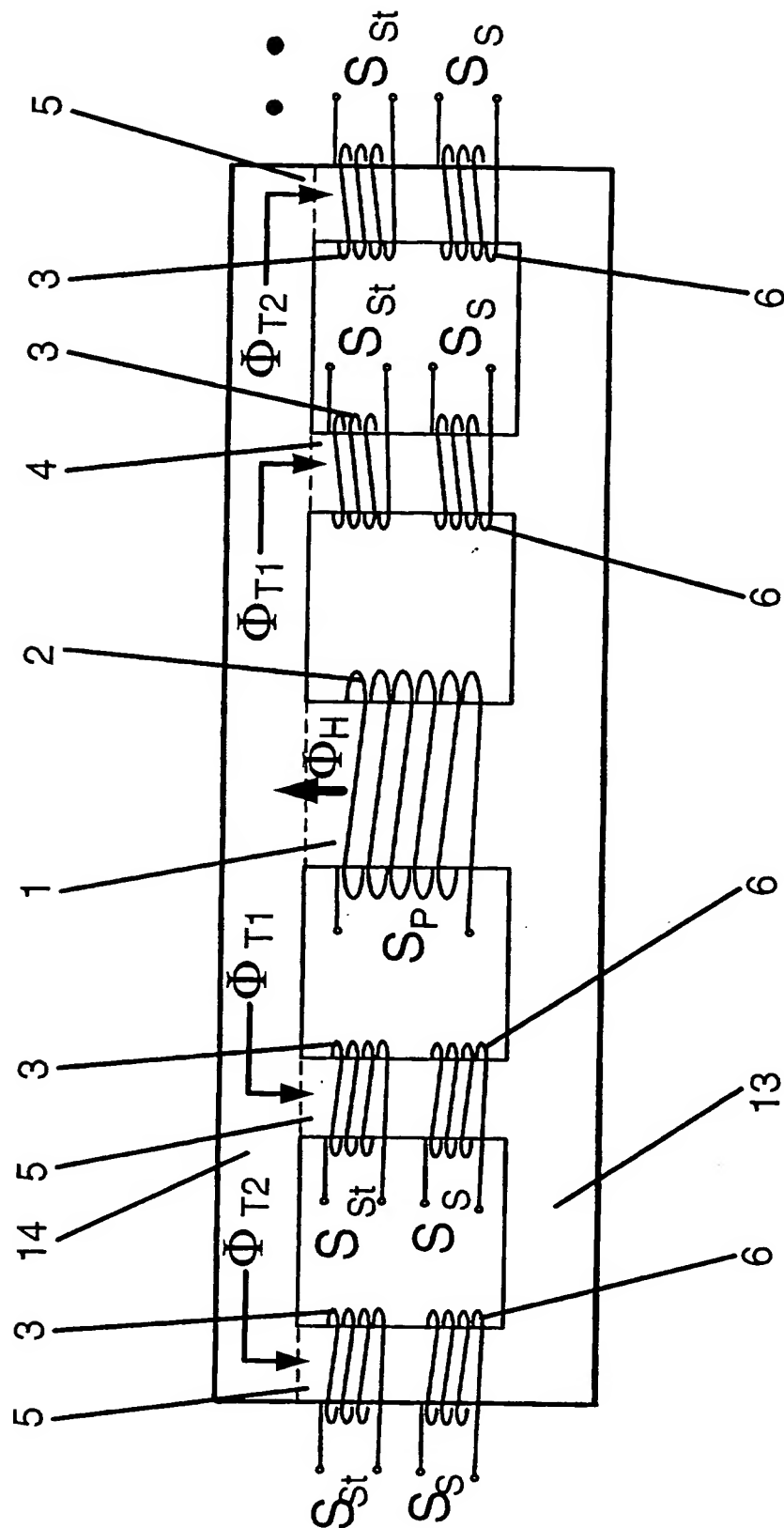


Fig. 1

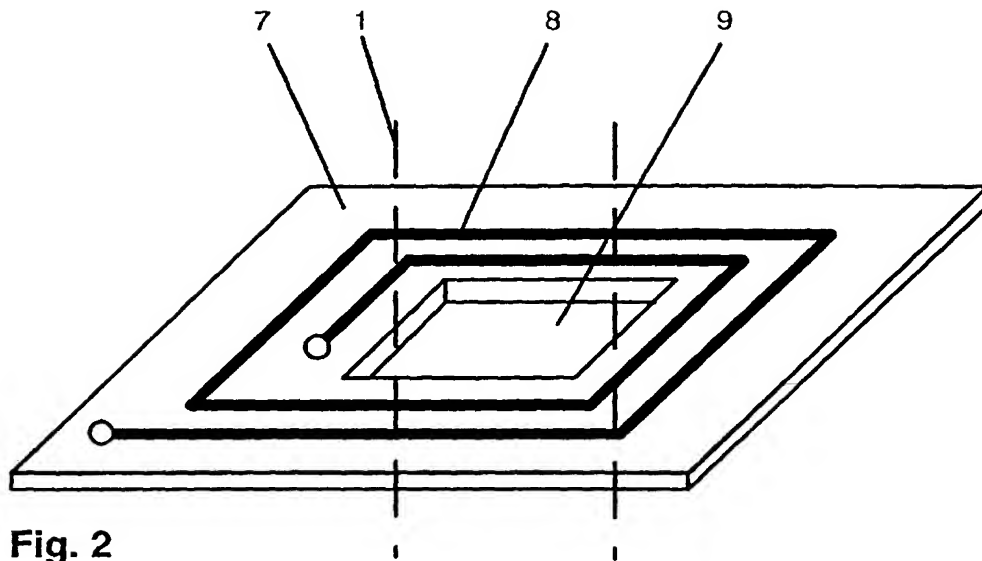


Fig. 2

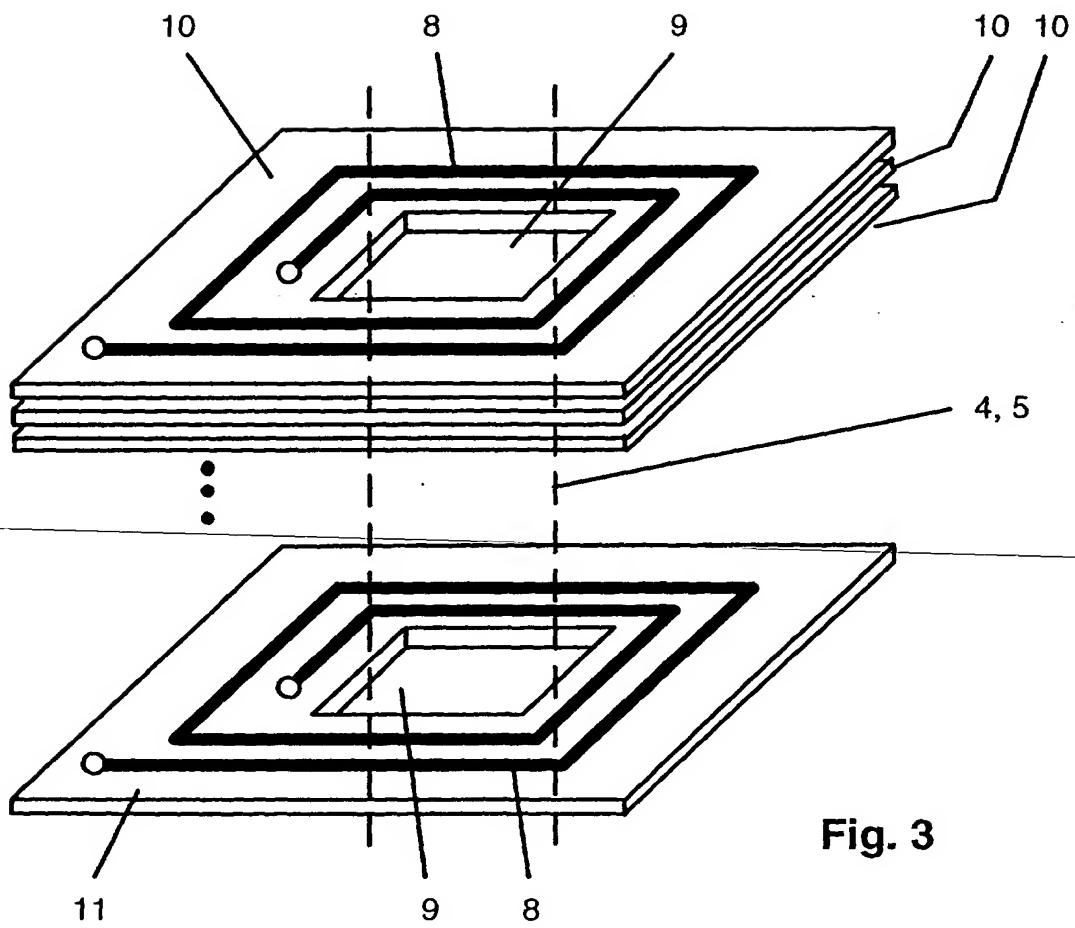


Fig. 3

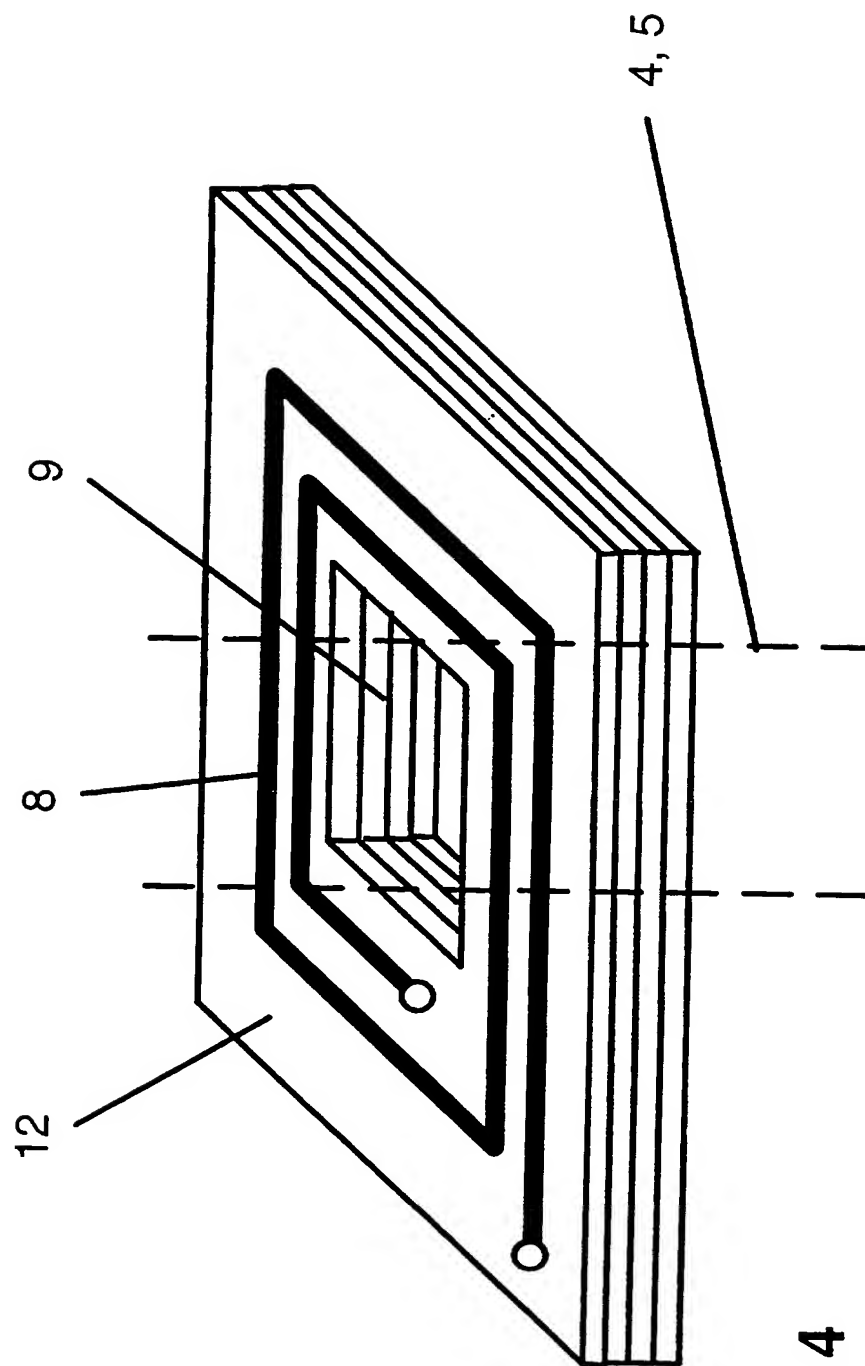


Fig. 4

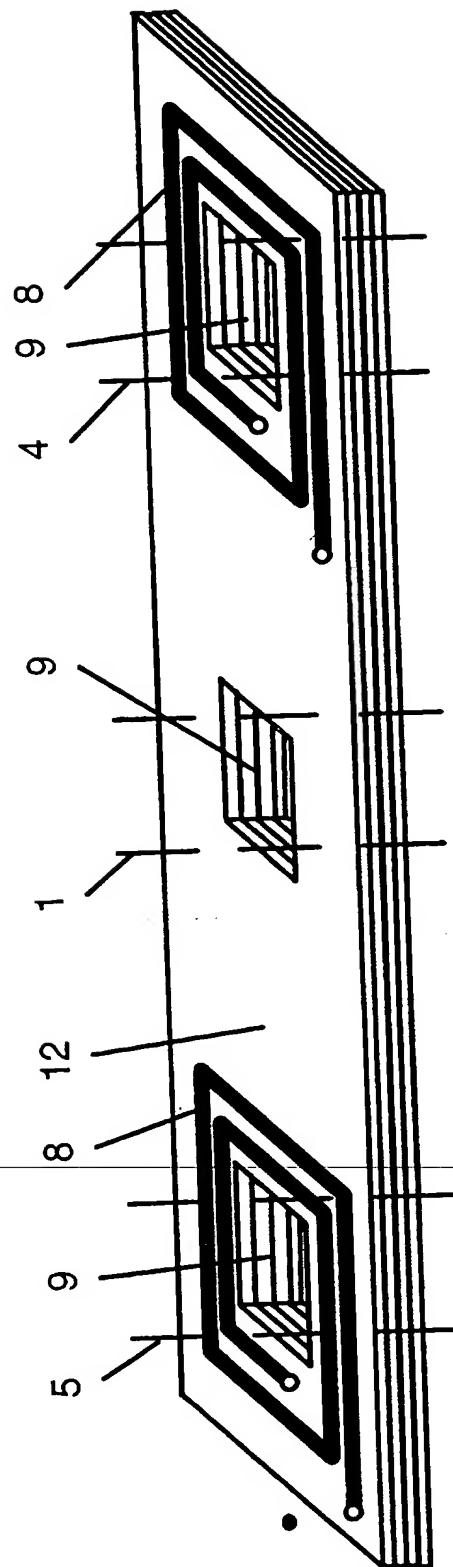


Fig. 5

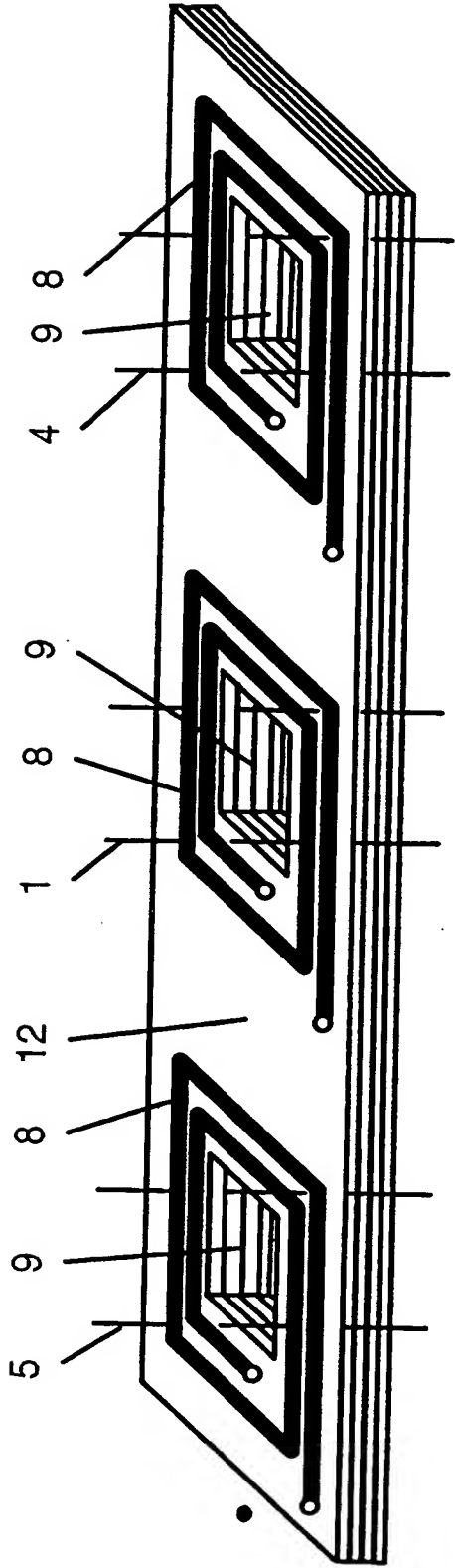


Fig. 6
